



Article scientifique

Article

1978

Published version

Open Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

Stéréométrie crânienne : réalisation d'un vieux rêve de l'anthropologie

Menk, Roland

How to cite

MENK, Roland. Stéréométrie crânienne : réalisation d'un vieux rêve de l'anthropologie. In: Archives suisses d'anthropologie générale, 1978, vol. 42, n° 1, p. 23–30.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:95649>

Stéréométrie crânienne: réalisation d'un vieux rêve de l'anthropologie

par

Roland MENK

La tâche fondamentale de la craniométrie consiste à fournir à l'anthropologue méthodes et équipement lui permettant de saisir, le mieux possible, la morphologie crânienne de ses sujets d'étude.

La morphologie d'un objet quelconque, et par conséquent aussi celle d'un crâne, est définie par deux composantes :

- 1) la forme (« *shape* »)
- 2) la grandeur absolue (« *size* »).

Quelles sont, en craniologie, les approches, théoriques et pratiques, permettant de saisir ses deux composantes ? (voir tab. 1).

Il ne fait nul doute que la stéréométrie est la méthode craniométrique de choix, puisqu'elle permet l'acquisition simultanée des deux composantes dont la première, la forme, est, du reste, très difficile à saisir avec les méthodes de la craniométrie classique (fig. 1).

En effet, l'enregistrement spatial de la morphologie crânienne — que ce soit sous forme graphique ou sous forme numérique — a occupé les esprits de l'anthropologie dès les débuts de cette science. Les témoignages en sont nombreux : il suffit de se rappeler toutes ces méthodes graphiques, photographiques ou autres, procédant par enregistrement successif de profils et de coupes dans différentes *normae*, et de la panoplie des instruments proposés à cet effet (stéréographe, diagraphie, dioptrigraphie, etc.). Cependant, l'acquisition d'information morphométrique ne pouvait pas s'arrêter à ce niveau graphique, bi-dimensionnel par définition et, de ce fait, mal approprié à l'exploration d'un objet stérique.

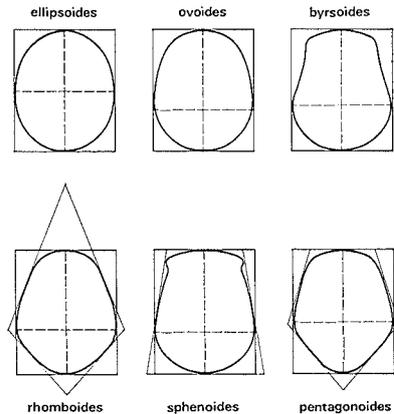


FIG. 1. — Représentation de six types cranioscopiques (d'après Sergi), en *norma verticalis*. On notera leur *identité* du point de vue métrique. L'acquisition quantitative de ces différences morphologiques ne peut être faite qu'en ayant recours à la stéréométrie.

La stéréométrie à proprement parler — le relevé des trois coordonnées cartésiennes des points singuliers sous forme numérique — n'a pas tardé à se manifester relativement tôt déjà. Les premiers travaux remontent (à notre connaissance) à Boas, dont il faut se souvenir qu'il était physicien à l'origine, et à Pearson (1933), un des tout grands statisticiens qui, pendant toute sa carrière, s'était passionné pour l'anthropologie. Ces grands maîtres ont clairement vu l'intérêt capital de la stéréométrie et des grands avantages de celle-ci pour l'anthropologie. Ces avantages sont les suivants :

TABLEAU 1. — *Tableau synoptique des possibilités d'exploration de la morphologie crânienne*

Type d'observation	Définition	Renseigne sur	Utilisation: remarques
1. Dimensions absolues	\overline{AB} \widehat{AB}	<i>size</i>	usage courant
2. Angles	∠ ABC	<i>shape</i>	peu usité; procédures souvent compliquées
3. Paramètres décrivant des profils	flèche d'une courbe, etc.	<i>shape/size</i>	peu usité; procédures souvent compliquées
4. Indices	$\frac{100 \cdot AB}{CD}$	<i>shape</i> (grossier)	usage courant
5. Observations semi-quantitatives	classes 1, 2, 3, ...	<i>shape</i>	subjectif
6. Observations non quantifiables	description verbale	<i>shape</i>	non utilisable en combinaison avec les caractères métriques
7. Stéréométrie	coordonnées cartésiennes des points singuliers	morphologie complète	stade expérimental

1) acquisition d'information *morphométrique*, dans le sens complet du terme, c'est-à-dire englobant simultanément les composantes « forme » et « grandeur »;

2) information exhaustive et concentrée ¹;

3) information extrêmement polyvalente quant à son utilisation.

Etant donné ces immenses avantages, pourquoi la stéréométrie n'a-t-elle pas connu de succès en anthropologie? La réponse en est très simple: lesdits avantages étaient, à l'époque, des avantages purement théoriques, mais inexploitable dans la pratique. De surcroît, ils auraient mis l'anthropologue dans une situation paradoxale en le « noyant » dans une avalanche d'information devant laquelle celui-ci, tout en cherchant à améliorer la qualité de son information, devait capituler. A cela s'ajoutaient encore les difficultés d'ordre technique comme les problèmes de la prise des mensurations ² et plus encore ceux de la conversion, par calcul trigonométrique, des coordonnées brutes en données cranio-

¹ A partir de m points singuliers on peut calculer $(m^2-m)/2$ diamètres, autant d'angles, profils, indices, etc.

² Selon Pearson (1933): au moins 2 heures par crâne; nécessite l'orientation selon des plans de référence et l'ajustement du crâne par rapport à l'origine du référentiel cartésien.

métriques moins abstraites, telles que diamètres, angles ou indices. Etant donné ces obstacles, la stéréométrie n'a servi, jusque récemment, que pour quelques rares applications très spécialisées telles que des études de la symétrie crânienne (Woo 1931).

Depuis quelque temps, la situation a commencé à changer, et la stéréométrie s'apprête aujourd'hui à refaire surface. Ce fait est directement lié à la révolution de la technologie électronique et de la méthodologie du traitement d'information à laquelle nous assistons depuis une bonne douzaine d'années.

La réapparition de la stéréométrie correspond à un besoin réel; il ne s'agit pas d'un simple gadget dont le seul avantage résiderait dans sa nouveauté. Ce besoin ressort clairement d'un premier bilan tiré des expériences faites jusqu'ici au moyen des méthodes d'analyses multivariées en craniologie (Howells 1973). On a dû constater que la craniométrie traditionnelle, en mettant le poids sur les dimensions absolues, ne fournit pas une information optimale pour l'élaboration biostatistique. Il s'impose plutôt de retenir davantage de mesures qui soient réellement morphométriques. Howells a proposé une nouvelle gamme de mensurations crâniennes qui, aux Etats-Unis du moins, a rencontré un écho extrêmement favorable. Cette gamme, tout en retenant les principales mesures de l'école de Martin, englobe une série de paramètres morphométriques conçus par Howells; elle puise aussi dans les techniques d'autres écoles et reprend même certaines mesures anciennes.

Une remarque s'impose ici. La craniométrie « prémartinienne » possédait, malgré son abondance déconcertante, quelques richesses réelles qui n'ont pas survécu à la purge de la standardisation, ou qui n'ont pas su se fixer dans les habitudes craniométriques; on les regrette un peu maintenant. Nous ne voulons pas mettre en cause, par là, les mérites de la standardisation menée de main forte par Martin. Elle était absolument nécessaire après la phase de foisonnement qui a sévi dans ce domaine. Il fallait faire un effort de réflexion pour se concentrer sur l'essentiel, tel qu'il était réalisable à l'époque, avec une méthodologie de traitement d'information dont tout le monde reconnaît l'insuffisance face aux problèmes que l'anthropologie avait — et a toujours — à résoudre.

En parallèle à l'effort mené par Howells — qui utilise des instruments de mensurations de type classique — il y a un petit nombre de chercheurs qui ont misé sur une approche différente: la *stéréométrie*. Plusieurs techniques ont été mises au point jusqu'ici:

- Creel et Preuschoft (1970): stéréométrie mécanique
- Pellerin (1970), Cousin (1974): tomo-radiographie
- Benfer (1975): stéréométrie par triangulation
- Creel (1976): stéréophotogrammétrie
- Hursh (1975): méthode de Pearson
- Sheinberg, Anderson (1976): holographie (non opérationnelle).

Nous ne pouvons pas débattre ici les avantages et les inconvénients de ces différentes techniques mais, compte tenu de la prépondérance des inconvénients, il nous semblait opportun de développer un autre type de solution que nous aimerions présenter ici.

Présentation d'un stéréomètre semi-automatique

Le stéréomètre — ou stéréodigitalisateur ¹ — dont la construction sera achevée au moment de la parution de cet article, se compose des trois parties suivantes (fig. 2):

La *partie mécanique* comprend essentiellement un craniophore ainsi que des éléments servant à figurer, matériellement et mécaniquement, les trois dimensions de l'espace qu'il

¹ La construction de ce stéréomètre a été financée par le Fonds national de la recherche scientifique. Elle a été réalisée par l'Ecole Technique Supérieure et par l'Ecole d'Horlogerie de Genève que nous tenons à remercier ici de leur très précieuse collaboration.

s'agit d'explorer. Ces éléments sont: une *platine tournante*, portant le craniophore, dont la position angulaire fournit la première coordonnée α ; une *potence à crémaillère* portant un *curseur* dont la position verticale fournit la seconde coordonnée y ; une *aiguille coulissante*, insérée horizontalement dans le curseur, dont la position de la pointe détermine la troisième coordonnée x .

La *partie électronique* se compose d'un *micro-ordinateur* complet (Motorola M68ADS-1 qui comporte, entre autres, une mémoire de 8 K bytes, un clavier alphanumérique ASCII,

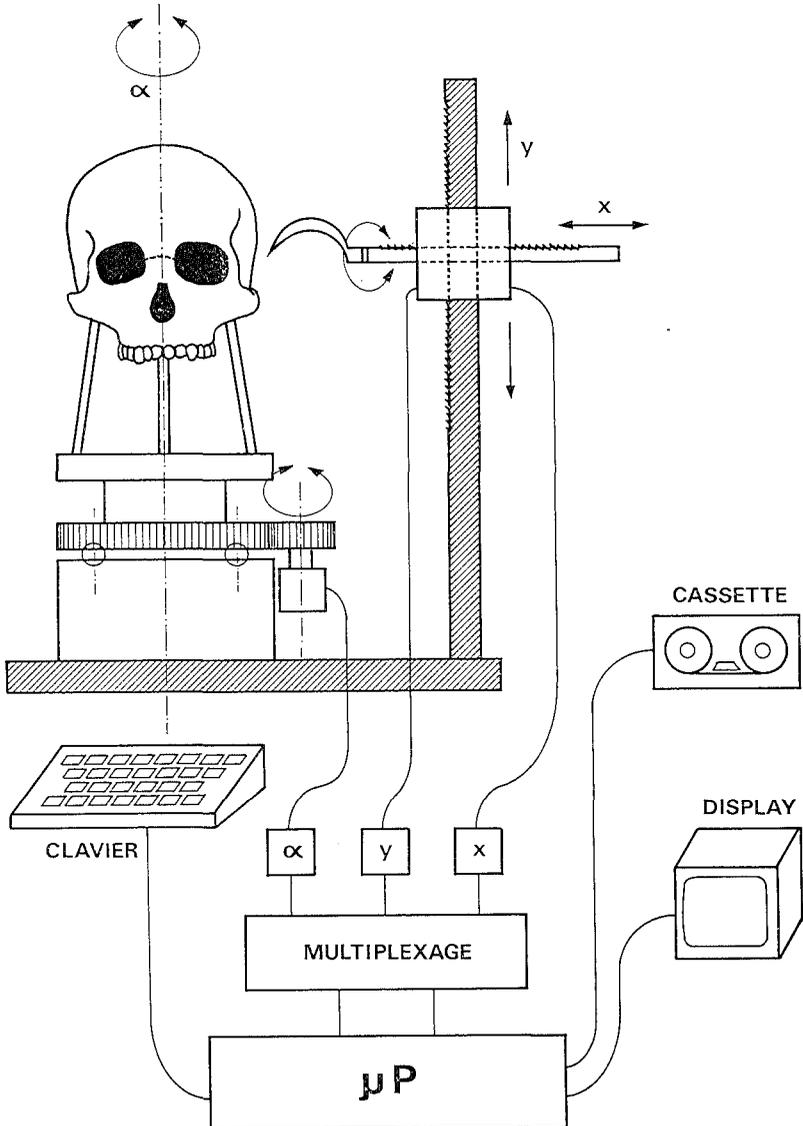


FIG. 2. — Représentation schématique du stéréomètre électronique.

un petit écran d'affichage, ainsi qu'une unité de cassettes magnétiques) et d'une unité de digitalisation (encodeurs optiques, compteurs, multiplexeur, etc.).

La *partie software* comporte le « *operating system* » du micro-ordinateur, ainsi qu'un programme d'application effectuant les tâches suivantes: acquisition des données, leur affichage, leur étiquetage et leur gestion en mémoire, ainsi qu'une orientation permanente de l'anthropologue sur l'état d'avancement de l'exploration stéréométrique du crâne. Ce programme permet également d'enregistrer des données alphanumériques (identification du crâne, codes de sexe et âge du décès, des commentaires, etc.) et d'éditer le tout sur cassette magnétique dont le contenu sera transmis ultérieurement à un grand ordinateur en vue d'un traitement numérique des données ainsi enregistrées.

Fonctionnement

La procédure d'enregistrement est *semi-automatique*, c'est-à-dire que seule l'exploration de la surface crânienne doit être faite par l'anthropologue; tout le reste étant entièrement automatisé. Le déroulement des opérations est le suivant:

1. On pose le crâne sur le support, en s'assurant qu'il sera stable et que toutes les parties à explorer soient accessibles. Aucune orientation particulière (p. ex. selon le plan de Francfort) n'est requise.

2. On touche, avec la pointe de l'aiguille, les points singuliers à relever. Pour ce faire, on tourne la platine avec le crâne, de telle façon que le point se trouve dans l'axe transverse du stéréomètre (axe x). Ensuite, en ajustant la hauteur et l'avancement de l'aiguille, on touche le point à relever avec la pointe de l'aiguille. Dans le cas où celui-ci serait caché derrière des parties proéminentes, il suffit de tourner l'aiguille (dont l'extrémité est courbe) de manière appropriée.

3. On déclenche l'enregistrement des coordonnées (x, y, α) en entrant, sur le clavier, le code d'identification du point singulier en question (p. ex. BA pour basion), et un code servant à enregistrer la qualité du point (« exact »; « bonne estimation »; « estimation grossière », en cas de parties défectueuses, déformées ou manquantes). Les coordonnées du point, ainsi que son nom et son statut, apparaissent immédiatement sur l'écran. Dans le tableau de supervision — également affiché sur l'écran — le nouveau point est marqué « mesuré ». L'information récoltée, à savoir l'identification du point, son statut et ses trois coordonnées, est ensuite stockée en mémoire.

4. Des données documentaires ou descriptives, telles que numéro d'inventaire, âge, sexe, provenance géographique, chronologique, culturelle, etc., ainsi que des commentaires concernant d'éventuelles anomalies ou particularités, etc., peuvent être entrées par le clavier et être ajoutées à l'information métrique.

5. A la fin de la procédure d'enregistrement on déclenche l'édition des données sur cassette magnétique. Cette opération se déroule pendant le temps qu'on utilise pour mettre un nouveau crâne sur le support.

L'intervalle de précision du relevé stéréométrique est inférieur à 0.1 mm. Le temps nécessaire pour déterminer une cinquantaine de points est de l'ordre de trois minutes (temps évalué expérimentalement sur une maquette), ce qui représente un gain d'un facteur 10 au minimum.

Traitement de l'information

L'information ainsi récoltée est une information brute, non utilisable telle quelle, puisqu'elle exprime, en fait, la localisation du crâne par rapport au stéréomètre, au moment de sa mensuration.

Deux voies sont possibles:

1) Données de type classique: par calcul trigonométrique simple on peut dériver des diamètres, des angles, des flèches, des indices.

2) Données morphométriques: il semble être plus intéressant encore d'utiliser directement les coordonnées (Benfer 1975). A cet effet il sera nécessaire de convertir les coordonnées brutes en coordonnées standardisées, définies par rapport à un référentiel arbitraire (p. ex. plan médian antéro-postérieur; plan normal à ce premier, passant par le bregma; plan de Francfort).

Les données ainsi obtenues peuvent être soumises aux méthodes, devenues classiques, d'analyses multivariées.

Problèmes de la compatibilité

Dans la mesure où on enregistre les points singuliers en observant fidèlement les consignes de Martin (ou celles d'autres auteurs), on obtiendra des données rigoureusement compatibles avec celles qu'on rencontre dans la littérature.

Il se pose alors le problème de la détermination de points singuliers — tels que l'opisthocranion ou l'euryon — qui n'ont pas une définition anatomique, mais plutôt une définition géométrique (extrêmes). Ces derniers ne se déterminent que par des mesures, qu'ils permettent d'ailleurs de prendre (DAP, DT). Dans ces cas, deux solutions se présentent: la première, peu intéressante, consisterait à relever ces points au préalable (avec la technique classique), et à les marquer sur le crâne. La deuxième solution, beaucoup plus originale, consisterait à relever, avec le stéréomètre, toute une série de points, soit en suivant certains contours (p. ex. le profil sagittal), soit en explorant certaines parties (p. ex. les bosses pariétales ou les bosses frontales, etc.). Par des procédés d'interpolation — à faire effectuer par ordinateur — on pourrait alors déterminer non seulement les points singuliers traditionnels, mais trouver encore une solution vraiment morphométrique, donnant l'expression quantitative d'aspects de la morphologie crânienne qui, faute de mieux, étaient du domaine de la *cranoscopie* jusqu'à présent.

Conclusions

La craniométrie classique ne fournit pas des données « idéales » aux méthodes d'analyses multivariées. En donnant la préférence aux données « grandeur absolue », elle néglige très sérieusement l'aspect « forme » de la morphologie. La stéréométrie permet de récolter une information beaucoup plus appropriée et infiniment plus riche.

Le stéréodigitalisateur présenté dans cet article permet d'effectuer les relevés tridimensionnels de points singuliers, ou de contours, avec un maximum de précision, de vitesse et de confort. Il devient dès lors envisageable de mesurer (ou remesurer) de très grandes séries craniologiques et d'établir une banque de données qui sera en mesure de fournir virtuellement toute information désirable et imaginable.

RÉSUMÉ

La stéréométrie permet une saisie quantitative *exhaustive* de la morphologie crânienne en tenant compte à la fois des deux composantes *grandeur absolue* et *forme*. Cette dernière, jusqu'à présent essentiellement réservée à la *scopie*, peut être soumise, ensemble avec la première, au traitement statistique. Un stéréomètre électronique (avec sortie des données sur cassette magnétique) est sommairement présenté et décrit quant à son fonctionnement.

Par rapport à la technique traditionnelle, il offre des avantages très considérables: réduction substantielle du temps de mensuration, augmentation de la précision, élimination d'erreurs de transcription, et concentration de l'information morphométrique.

ZUSAMMENFASSUNG

Stereometrie ermöglicht eine totale quantitative Erfassung der Schädelmorphologie, und zwar sowohl der *Size*- als auch der *Shape* - Komponente. Im Gegensatz zur klassischen Kraniologie ist nun auch letztere numerisch voll erfassbar und somit der statistischen Bearbeitung zugänglich. — Im folgenden wird ein elektronisches Kranio-Stereometer (mit computerkonformer Datenausgabe) kurz beschrieben und in seiner Funktionsweise vorgestellt. Es bietet gegenüber der traditionellen Messtechnik einige sehr substantielle Vorteile: drastische Reduktion des Zeitaufwandes, Erhöhung der Präzision, Ausschaltung von Ablese- und Kopierfehlern, sowie Konzentration der morphometrischen Information.

SUMMARY

Stereometry allows to proceed to an exhaustive assessment of cranial morphology in quantitative form for both components, size and shape. By contrast to the traditional craniological technique, the latter becomes fully available, in numerical form, for statistical treatment. An electronical stereo-digitizer (with computer compatible output facilities) is briefly presented as to its construction and to its functioning. In comparison to classical procedures it offers some very substantial advantages: drastical reduction of time invested for measuring, increase of precision, elimination of transcription errors, and concentration of morphometrical information.

BIBLIOGRAPHIE

- BENFER, R. A. 1975. *Morphometric Analysis of Cartesian Coordinates of the Human Skull*. Amer. J. Phys. Anthrop., 42, 371-382.
- COUSIN, R. P. 1974. *Etude tridimensionnelle du pariétal humain en orientation vestibulaire. Essais d'application à la paléontologie humaine*. Thèse de doctorat d'Etat. Université Paris VI.
- CREEL, N. 1976. *A stereophotogrammetric system for biological applications (abstract)*. Ann. Meeting Amer. Assoc. Phys. Anthrop., 45, 173.
- and H. PREUSCHOTT. 1971. *Hominoid Taxonomy. A Canonical Analysis of Cranial Dimensions*. Bâle, Karger.
- GOCHMAN, I. J. 1966. *Eine neue Methode zur metrischen Erfassung der mittleren Umrisse von Schädelserien*. Anthrop. Anz., 28, 157-166.
- HOWELLS, W. W. 1973. *Cranial variation in Man; a study by multivariate analysis of patterns of difference among recent human populations*. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, vol. 67. Cambridge, Mass.
- HURSH, T. M. 1975. *Factor analytic procedures for the investigation of allometric variation in crania*. Ann. Meeting Amer. Assoc. Phys. Anthrop., 44, 308.
- PEARSON, K. 1933. *The cranial coordinatograph, the standard planes of the skull and the value of cartesian geometry to the craniologist, with some illustrations of the uses of the new method*. Biometrika, XXV, 217-253.

- PELLERIN, C. 1970. *Analyse tridimensionnelle des éléments craniofaciaux d'une population de Mélanésien en orientation vestibulaire. Comparaison avec le crâne européen.* Thèse de doctorat. Faculté de Médecine Paris.
- SHEINBERG, B. M. and W. L. ANDERSON. 1976. *Possible applications of holography to physical anthropology.* Ann. Meeting Amer. Assoc. Phys. Anthropol., 45, 206.
- Woo, T. L. 1931. *On the Asymmetry of the Human Skull.* Biometrika, XXII. 324-352.

*Département d'Anthropologie
de l'Université de Genève.*
